



# Hur påverkas tätheten 0+ öring under hösten av vattentillgång i två bäckar på Gotland?

---

How is the density of 0+ trout affected by water availability in two streams on Gotland?



Ellen Lindström

Självständigt arbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Institution för akvatiska resurser (SLU Aqua)  
Biologi och Miljövetenskap  
Uppsala 2025

# Hur påverkas tätheten 0+ öring under hösten av vattentillgång i två bäckar på Gotland?

*How is the density of 0+ trout affected during autumn by water availability in two streams on Gotland?*

Ellen Lindström

|                              |                                                                                                                       |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Handledare:</b>           | Daniel Nyqvist, Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, Institutionen för akvatiska resurser (SLU Aqua)                   |
| <b>Bitr. handledare:</b>     | Joacim Näslund, Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, Institutionen för akvatiska resurser (SLU Aqua)                   |
| <b>Examinator:</b>           | Josefin Sundin, Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, Institutionen för akvatiska resurser (SLU Aqua)                   |
| <b>Omfattning:</b>           | 15hp                                                                                                                  |
| <b>Nivå och fördjupning:</b> | Grundnivå, G2E                                                                                                        |
| <b>Kurstitel:</b>            | Självständigt arbete i Biologi                                                                                        |
| <b>Kurskod:</b>              | EX0894                                                                                                                |
| <b>Program/utbildning:</b>   | Biologi och miljövetenskap                                                                                            |
| <b>Kursansvarig inst.:</b>   | Institutionen för akvatiska resurser (SLU Aqua)                                                                       |
| <b>Utgivningsort:</b>        | Uppsala                                                                                                               |
| <b>Utgivningsår:</b>         | 2025                                                                                                                  |
| <b>Omslagsbild:</b>          | [Ett årsyngel av öring fångad i yngelfällan i Kopparsviksbäcken]<br>Foto: Ellen Lindström                             |
| <b>Upphovsrätt:</b>          | Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.                                                                   |
| <b>Nyckelord:</b>            | Havsöringsyngel, havsöring, vattenföring, nederbörd, yngelöverlevnad elfiske, yngelfälla, Gotland, klimatförändringar |

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
Institutionen för akvatiska resurser (SLU aqua)

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (Ellen Lindström) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>

**Alla författare till arbetet måste kryssa i sitt godkännande.**

☒ JA, jag, Ellen Lindström har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse till att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

## Sammanfattning

Syftet med denna studie var att undersöka sambanden mellan tätheten av 0+ öring under hösten och nederbörds mängden under tre perioder i två gotländska vattendrag, Själsöån (periodvis uttorkande) och Kopparsviksbäcken (med källflöde). De tre nederbördsperioderna som valdes var under hösten som föregick kläckningen (föräldrafiskens lek), under våren (kläckning och yngelstadium) och under sommaren (torr period till följd av höga temperaturer). Data från tidigare elfiske jämfördes med nederbörds mängd från SMHI. Resultatet visade att det finns ett starkt samband mellan tätheten av 0+ öring under hösten och nederbörden under våren (mars-maj) och mellan nederbörden under sommaren (juni-augusti) i Själsöån. Dessa samband är positiva, vilket betyder att mer nederbörd indikerar högre täthet av 0+ öring. Detta resultat visar att Själsöån har ett starkt behov av nederbörd med medföljande effekt på yngelöverlevnad eller emigration. I Kopparsviksbäcken observerades inga signifikanta samband mellan nederbörd under olika delar av året och tätheten 0+ öring på hösten. För att bättre beskriva de båda bäckarna kompletterades dessa data med habitatbeskrivning, elfiske och yngelfällor i bäckarna. Data från elfisket och fällfångsterna visar att yngel i Kopparsviksbäcken uppkommer tidigare och är större vid en given tid än ynglen fångade i Själsöån. I ett framtida klimat på Gotland förväntas nederbörden öka samtidigt som temperaturen också förväntas öka vilket kan leda till ökad avdunstning. Detta kan öka belastning för nederbördsberoende åar som Själsöån. I Själsöån kan åtgärder som återvätning i närområdet och bebyggandet av en vattendamm ovanför det naturliga vandringshindret leda till bevarande av vatten och återskapandet av ett flöde i ett föränderligt klimat.

*Nyckelord: Havsöringsyngel, havsöring, vattenföring, nederbörd, yngelöverlevnad, elfiske, yngelfälla, Gotland, klimatförändringar.*

## Abstract

The purpose of this study was to investigate the relationship between the abundance of 0+ trout in autumn and the amount of precipitation during three periods in two watercourses in Gotland, Själsöån (periodically drying out) and Kopparsviksbäcken (with flow from a spring). The three chosen periods were autumn the year before hatching (spawning of parent fishing), spring (hatching and emergence) and summer (yearling survival). The study was performed by comparing historic electric fishing data with precipitation data from SMHI. The results showed that there is a strong relationship between the abundance of 0+ trout in autumn and precipitation during spring (march-may) and between precipitation during summer (june-august) in Själsöån. These relationships are positive and shows that more precipitation indicates more 0+ trout. The results indicate that Själsöån is precipitation dependent, with precipitation potentially affecting trout survival and or/emigration. In Kopparsviksbäcken, no significant correlations were observed between precipitation during different parts of the year and the abundance of 0+ trout in the autumn. To better describe the two streams, these data are supplemented with habitat description, electric fishing and fry traps in the streams. Furthermore, the supplementary electric fishing and fry trapping in two streams shows that the fry in Kopparsviksbäcken emerge earlier and are bigger compared to the ones in Själsöån during the same time. In the future the climate on Gotland is expected to change and the precipitation and temperature is expected to increase which can lead to increased evaporation. This could result in greater pressure on rivers like Själsöån that are dependent on precipitation and will have difficulty retaining water. In Själsöån, measures such as rewetting and the construction of a dam (to hold and release water) can lead to the conservation of water and the restoration of flow in a changing climate.

*Keywords: Trout fry, salmo trutta, water flow, precipitation, fry survival, electric fishing, fry trap, Gotland, climate change.*

# Innehållsförteckning

|                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figurförteckning .....</b>                               | <b>7</b>  |
| <b>Tabellförteckning.....</b>                               | <b>8</b>  |
| <b>Förkortningar .....</b>                                  | <b>9</b>  |
| <b>1.    Introduktion .....</b>                             | <b>10</b> |
| 1.1   Bakgrund .....                                        | 10        |
| 1.1.1 Öring i allmänhet .....                               | 10        |
| 1.1.2 Öringens livscykel.....                               | 10        |
| 1.1.3 Vattnets påverkan på öring.....                       | 12        |
| 1.1.4 Hydrologi på Gotland .....                            | 13        |
| 1.1.5 Vattendrag på Gotland .....                           | 13        |
| 1.1.6 Öring på Gotland.....                                 | 14        |
| 1.2   Syfte och frågeställning.....                         | 15        |
| 1.2.1 Hypotes.....                                          | 15        |
| <b>2.    Material &amp; Metod .....</b>                     | <b>16</b> |
| 2.1   Beskrivning av området, bäcken och populationen ..... | 16        |
| 2.1.1 Kopparsviksbäcken .....                               | 17        |
| 2.1.2 Själsöån.....                                         | 19        |
| 2.2   Elfiske och statistik.....                            | 21        |
| 2.3   Kompletterande data .....                             | 21        |
| 2.3.1 Elfiskets placering och metod .....                   | 21        |
| 2.3.2 Yngelfällans utformning och drift .....               | 22        |
| 2.4   Temperatur och vattenföring.....                      | 23        |
| 2.4.1 Vattennivå och vattentemperatur.....                  | 24        |
| 2.4.2 Apelsinskalsmetoden .....                             | 24        |
| <b>3.    Resultat .....</b>                                 | <b>25</b> |
| 3.1   Nederbörd och elfiskedata .....                       | 25        |
| 3.2   Kompletterande fältdata .....                         | 26        |
| 3.2.1 Yngelfällan .....                                     | 26        |
| 3.2.2 Vattenföring, vattennivå och temperatur .....         | 29        |
| <b>4.    Diskussion.....</b>                                | <b>31</b> |
| <b>Referenser.....</b>                                      | <b>36</b> |

# Figurförteckning

|                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figur 1: Havsöringens livscykel (Birnie-Gauvin m.fl., 2019) .....                                                                                 | 12 |
| Figur 2: Karta över Själsöån och Kopparsviksbäcken placering på Gotland .....                                                                     | 16 |
| Figur 3: Karta över Kopparsviksbäcken .....                                                                                                       | 17 |
| Figur 4: Sex bilder från de olika zonerna i Kopparsviksbäcken som ska beskriva diversiteten i bäcken<br>.....                                     | 18 |
| Figur 5:Karta över Själsöån.....                                                                                                                  | 19 |
| Figur 6: Sju bilder från de olika zonerna i Själsöån som ska beskriva diversiteten i bäcken .....                                                 | 20 |
| Figur 7: Yngelfällans placering och form i Kopparsviksbäcken. ....                                                                                | 23 |
| Figur 8: Sambandet mellan täthet 0+ öring under hösten jämfört med nederbörds mängden under tre<br>perioder i Själsöån och Kopparsviksbäcken..... | 25 |
| Figur 9: Punktdiagram över antalet öring yngel insamlade dagligen genom yngelfällorna i<br>Kopparsviksbäcken och i Själsöån .....                 | 26 |
| Figur 10: Stapeldiagram över längdfördelningen hos öring yngel infångade genom yngelfällan och<br>genom elfiske i Kopparsviksbäcken .....         | 28 |
| Figur 11: Stapeldiagram över längdfördelningen hos öring yngel infångade genom yngelfällan i<br>Själsöån .....                                    | 29 |

# Tabellförteckning

|                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabell 1: Den totala medelnederbörden och den totala medeltemperaturen på Gotland under vår, sommar och höst åren 2001-2024.....                                 | 23 |
| Tabell 2: Resultat för sambandet mellan antal 0+ öring under hösten jämfört med nederbörds mängden tre perioder under året i Själsöån och Kopparsviksbäcken..... | 26 |
| Tabell 3: Resultat för apelsinskalsmetoden under tre datum i de båda bäckarna samt vattennivån och temperaturen under studieperioden. ....                       | 30 |

# Förkortningar

| Förkortning | Betydelse                                         |
|-------------|---------------------------------------------------|
| SLU         | Sveriges lantbruksuniversitet                     |
| VISS        | Vatteninformationssystem Sverige                  |
| SMHI        | Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut |
| SGU         | Sveriges geologiska undersökning                  |

# 1. Introduktion

I dag pågår en uppvärmning av vår planet och processen går allt fortare. Den globala medeltemperaturen har stigit sedan 1940-talet och har ökat kraftigt de senaste decennierna (SMHI, u.å. a). I ett varmare klimat påverkas våra sjöar och vattendrag genom ökad avdunstning, förändrade nederbördsmonster och risk för extremväder såsom torka och översvämning (SMHI, u.å. b). Förändrade vattenflöden, mönster för nederbörd och avdunstning påverkar inte bara oss människor utan även de vattenlevande djuren. Öringen (*Salmo trutta*) är en av de arter som anses känslig för förändringar i vattenflöde och temperatur och särskilt under dess tidiga livsstadium (Jonsson & Jonsson, 2009).

Denna rapport kommer att handla om 0+ öring och dess relation till nederbörd. Definitionen av en 0+ öring är att den är inne på sitt första levnadsår. Studien kommer att fokusera på två vattendrag på Gotland med olika hydrologiska förhållanden (källflödesmatad respektive periodvis uttorkad).

## 1.1 Bakgrund

### 1.1.1 Öring i allmänhet

Öring kommer från Europa, väst Asien och nord Afrika (Suàrez [m.fl.](#), 2001) men introducerades till 24 andra länder utanför Europa och lever i dag världen över (Elliott, 1994). Arten är en anadrom laxfisk och avkomman från en och samma fisk kan utveckla olika livshistorieformer såsom bäcklevande, sjövandrande och havsvandrande öring (Klemetsen [m.fl.](#), 2003).

### 1.1.2 Öringens livscykel

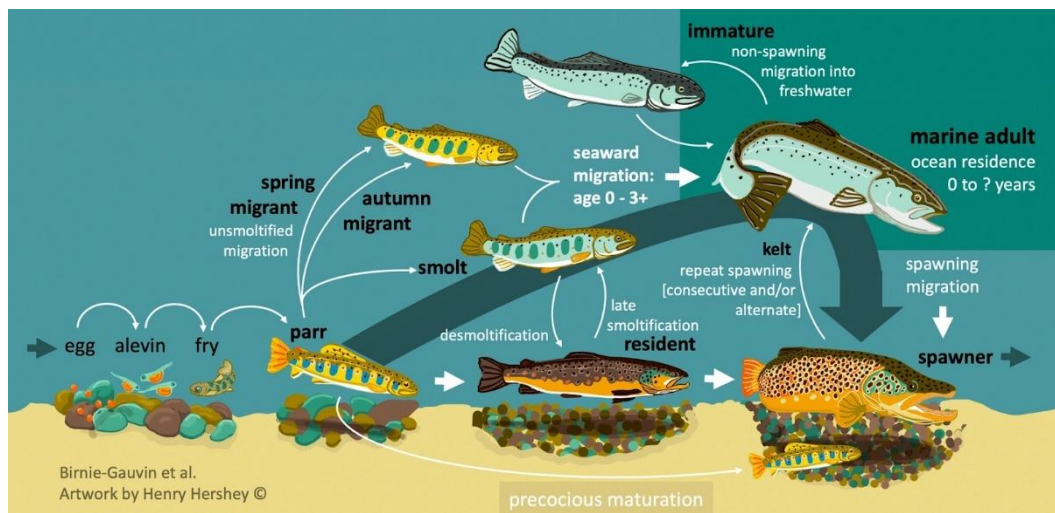
Tidpunkten då äggen kläcks är beroende av temperaturen under utvecklingstiden och kläcks senare vid lägre temperaturer (Elliott & Hurley, 1998a) men kan också kläckas tidigare till följd av miljöstörningar och stress (Næsje & Jonsson, 1988). Rommen kläcks inbäddade i grusbädden och gulesäcksynglet tar sig till grusbäddskanten (Thorpe, 1988). Den kritiska perioden då flest öringar dör är perioden de är gulesäcksyngel (Elliott, 1990). När gulesäcken är förbrukad och starka fenor bildats utvecklas gulesäcksynglet till ett yngel (fig 1) (Klemetsen [m.fl.](#), 2003). Öring ynglen lever på platser med ström och gömmer sig bakom stenar där de skapar sina hemområden och fångar byten (Heland, 1999). Under denna period är de ungefär 20mm långa och som mest aggressiva då de etabellerar territorium och börjar konkurrera om resurser (Lahti [m.fl.](#), 2001). För att ett öringsyngel ska överleva behöver den vara konkurrenskraftig särskilt kring födan och utrymmen i vattendraget (Metcalf [m.fl.](#), 1992). De mest konkurrenskraftiga individerna tar kontroll över de bästa områdena och etabellerar en hierarki, medan de svagare tvingas gömma sig eller flytta på sig. Detta leder

till att det skapas territorium där den dominanta individen utesluter andra individer av samma art (Heland, 1999). Konkurrens drivs av tillgången till föda och brist på föda leder till att senare uppkomna yngel får förflytta sig nedåt i bäcken för att skapa territorium. Även om många av dessa yngel dör, innebär denna regleringsmekanism också sent uppkomna yngel att överleva i områden med mindre konkurrens. Ovannämnda strategi gynnar de tidigt uppkomna ynglen att energimässigt hitta en bra plats först och användandet av olika mikrohabitat bidrar till en mer dynamisk resursfördelning (Heland, 1999).

Efter veckor/månader i sötvatten utvecklas öringsyngel till stirr (fig 1). Det sista stadiet öringen en del öring genomgår i vattendraget är smoltifieringen då den ändrar färg från att vara gul och grön och smälta in i botten på bäckar till att bli silvrig med svarta prickar och smälta in i det pelagiska havet eller sjön. Denna förändring sker när öringen är cirka 10-20cm lång (Degerman & Näslund, 2019). Under den första tiden till havs vandrar smolten ofta i grupper. De rör sig vanligtvis inte längre än 5–10 mil från det vattendrag där de kläckts. För ynglen består födan främst av insektslarver (Klemetsen m.fl., 2003). Under den första tiden tills havs har det observerats att postsmoltstadiet äter luftinsekter, men över tid får fiskarter som spigg, tobis och sill en allt större betydelse i dieten (Degerman m.fl., 2001)

Den bäcklevande öringen lever oftast i 4–6 år och blir ofta könsmogen vid ung ålder medan den havsvandrande öringen oftast lever i 15–20 år och blir könsmogen vid 4- till 6-års åldern (Degerman & Näslund, 2019). Leken sker oftast i bäckarna de föddes i. Inför leken byter hanarna utseende, i och med att de antar en lekdräkt (fig 1). Leken sker oftast under oktober till november (Degerman m.fl., 2001) i rinnande syrerikt vatten på sten- och grusbotten (Brabrand m.fl., 2002). Antalet ägg som en hona producerar är relaterat till hennes kroppsstorlek. I större älvar lägger honor vanligtvis mellan 2 100 och 2 600 ägg per kilogram kroppsvikt, medan honor i mindre vattendrag ofta producerar omkring 1 400–1 600 ägg per kilogram kroppsvikt. Äggen fördelas vanligtvis över två lekgröpar, och antalet ägg per grop samt storleken på äggen varierar beroende på honans storlek. Efter äggläggningen täcker honan äggen med grus för att skydda dem (Degerman m.fl., 2001). Äggen utvecklas i gruset under flera månader, där utvecklingstiden i hög grad påverkas av vattentemperaturen. I en studie av Jonsson & Greenberg ledde en temperaturökning på 2,7°C till att kläckningen av öring yngel inträffade 46 dagar tidigare än kläckningen i det kallare vattnet (Jonsson & Greenberg, 2022). Efter leken återvänder de flesta havsöringar till havet för att äta upp sig inför framtida lek. En artikel av Birnie-Gauvin m.fl. visar att öringar kan leka varje år. Studien följde 401 individer under två till fyra leksäsonger och 109 återvände två eller flera gånger för att leka (Birnie-Gauvin m.fl., 2021).

För att det ska vara en lyckad kläckning av äggen krävs en viss storlek på gruset och en viss vattengenomströmning. Grus under 15mm skapar små hålrum mellan gruskornen som kan leda till låg överlevnad på grund av problem med ynglens kläckning. Grus över 60mm skapar svårigheter för honan när hon ska gräva ner romkornen. De bästa storlekarna på gruset anses vara mellan 15 och 60 mm (Rubin m.fl., 2004).



Figur 1: Havsöringens livscykel (Birnie-Gauvin m.fl., 2019).

### 1.1.3 Vattnets påverkan på öring

Vattentemperatur, vattennivån och vattenflöde är viktiga faktorer som påverkar överlevnad hos öring. Produktionen av migrerande öring i Black Brows Beck (Storbritannien) var som lägst under torra år (1983 & 1984), vilket indikerar att begränsad vattentillgång kan ha en negativ och dödlig inverkan på öringens livscykel. Jonsson & Jonsson skriver att många stirr stannar i grundare flödespartier vid minskat flöde vilket kan leda till ökad mortalitet (Jonsson & Jonsson, 2009). Tidigare studier har visat att en ökning i vattenförling kan fungera som en utlösande faktor för utvandringsbeteende hos öring yngel. En ökad vattenförling utlöste ynglens vandring mot en sjö (Klemetsen m.fl., 2003; Ottaway & Forrest, 1982). Vid en bäck med medelhastigheten på 0,7 m/s fördes alla yngel ut ur kanalen. Vattenhastigheten har störst påverkan på gulesäcksynglen som har dålig simförmåga och lättare att flyta med strömmen. Även plötsliga ökning i vattenflödet kunde påverka gulesäcksynglen (Ottaway & Forrest, 1982). Smoltvandringen i Norge påverkades av faktorerna vattenförling och temperatur och utlöstes när hastigheten var 70–150 m<sup>3</sup>/s och temperaturen var 6–8 °C (Klemetsen m.fl., 2003). Även kraftiga översvämningar har visat sig ha en ogynnsam effekt på öringens migration eftersom det orsakar utspolning av yngel (Klemetsen m.fl., 2003).

Den optimala temperaturen för att kläckning av ägg ska ske är 8–10 °C och vid högre temperaturer ökar risken att det inte sker någon kläckning (Jonsson & Jonsson, 2009). Den incipienta dödligheten för yngel är kring 20°C och 22°C för stirr vilket betyder att denna temperatur är den högsta öringar i dessa stadier kan klara av innan de visar tecken på dödlighet. För mindre öring är ökade temperaturer ett större hot än för de större öringarna och fisken känner av en temperaturökning på 0,5°C (Elliott & Elliott, 2010). Ökade temperaturer leder också till minskad syrehalt och risken för sjukdomar ökar (Jonsson & Jonsson, 2009). Vid minskning av flödet förflyttar sig öring normalt till djupare områden i pooler eller nedströms liggande vattendragsstäckor (Elliott & Elliott, 2010).

### 1.1.4 Hydrologi på Gotland

Gotland är Sveriges största ö och är placerad i mitten av egentliga Östersjön. Östersjön avgränsas mot Kattegatt och Skagerrak och står i förbindelse med Atlanten och Nordsjön. Östersjön är ett ungt hav som kring Gotland har salthalten 6–7‰ (Stockholms Marina Forskningscentrum, 2005). Temperaturen på Gotland är som kallast i februari då medeltemperaturen är 0°C och som varmast i juli då medeltemperaturen är 17°C.

Årsnederbörden på Gotland varierar mellan 500–600 mm (SMHI, u.å. a). Under hösten 2024 kom det lite nederbörd på Gotland. I kombination med detta skedde snösmältningen redan i januari 2025 i stället för i mars. Efter januari 2025 har det varit lite nederbörd på Gotland vilket har lett till låga grundvattennivåer då dessa vanligtvis fylls på under vintern (SGU, 2025).

### 1.1.5 Vattendrag på Gotland

På Gotland finns det fler än 60 kustmynnande vattendrag med fiskförekomst (Länsstyrelsen Gotlands län, u.å. a). Fredningsområden för havsöring på Gotland omfattar 25 olika områden som inkluderar 34 vattendrag (Länsstyrelsen Gotlands län, u.å. b). Enligt Landergren<sup>1</sup> gick öring upp i flera vattendrag i höstas, vilket kunde konstateras genom installerade kameror i dessa bäckar samt genom observationer. Vattendragen på Gotland varierar i längd, som korta vattendrag som avvattnar sjöar till längre vattendrag som vandrar i 17km (VISS, u.å. a; b). Vissa vattendrag får sitt vatten främst från nederbörd medan andra får det från källor eller myrar (Sportfiskarna & LOVA, 2023; VISS, u.å. c). Vattendragen på Gotland kan antingen hålla vatten året om eller torka ut under våren/sommaren (Sportfiskarna & LOVA, 2023; Vallin<sup>2</sup>). De gotländska vattendragen skiljer sig även om de är naturligt meandrande eller om de är kanaliserade och vissa åar kan vara båda (VISS, u.å. d; Länsstyrelsen i Gotlands län, u.å. a). Även den biologiska sammansättningen varierar mellan vattendragen. I vissa åar lever öring tillsammans med flodnejonöga medan den i andra vattendrag lever själv (VISS, u.å. d). På Gotland finns även olika typer av skyddsformer som skyddar vattendragen såsom naturreservat, vattenskyddsområde eller fredningsområden (VISS, u.å. d; Fiskeland Gotland, u.å. a).

De vattendrag denna studie kommer fokusera på är Själsöån och Kopparsviksbäcken. Själsöån ligger 8km norr om Visby och flödar i 500m innan det kommer ett naturligt vandringsstop (Fiskeland Gotland, u.å. b). Själsöån är känd för att det bedrivits mycket forskning i ån samt för att havsöring och flodnejonöga vistas där. Sedan 1990-talet har lekbestånden av havsöring följts (Landergren, 2024). Under sommaren torkar Själsöån regelbundet ut. Ån ingår i ett naturreservat (Länsstyrelsen Gotlands län, u.å. c) och mynnar ut i ett fredningsområde (Fiskeland Gotland, u.å. a). Kopparsviksbäcken ligger i södra Visby och är känd för att den värms upp tidigt på våren eftersom den får sitt vatten från källor (Vallin, 2023). Vissa yngel i Kopparsviksbäcken kläcks i februari och öring är den enda

---

<sup>1</sup> Peter Landergren, Länsfiskekonsulent, Länsstyrelsen Gotlands län, mailkonversation 2025-04-23

<sup>2</sup> Lars Vallin, Projektledare fiskevård, Sportfiskarna Gotland, samtal

fiskart observerats i ån (Vallin<sup>3</sup>). Kopparsviksbäcken mynnar också ut i ett fredningsområde (Fiskeland Gotland, u.å. a).

### 1.1.6 Öring på Gotland

Många av Gotlands kustbäckar fungerar som uppväxtområden för havsöring (Landergren, 2004). Kombinationen av låga havsvattennivåer och låga vattenflöden leder till att leken blir försenad och att fisken koncentreras vid mynning och under lång tid får stå och vänta tills de kan ta sig upp i bäckarna (Sportfiskarna, 2001). De små vattendragen på Gotland leder också till en mindre avrinningsyta och nederbörden anses vara en nyckelfaktor för att havsöringen ska lyckas reproducera sig och för att ynglen ska överleva (Fiskeland Gotland, u.å. c).

Normalt sker leken mellan mitten på oktober till mitten av december men i vissa fall kan leken hålla på enda in i januari i väntan på nederbörd, vattentillgång och temperatur

(Fiskeland Gotland, u.å. c). Detta leder till en ond spiral eftersom en senarelagd lek leder till en senare kläckning. Öring på Gotland visar stor variation i tid för utvandring till havet.

Precis som på många andra platser flyttar vissa individer aldrig ut i havet (s.k. bäcköring) medan andra genomgår smoltifiering efter 1–4 år i sötvatten. En tredje grupp vandrar ut redan som yngel samma vår som de kläcks. Förr har det antagits att de öring yngel som vandrat ut i havet efter att nyligen kläckts, är förlorare i intraspecifik konkurrens. Järvi (Järvi m.fl., 1996) framlägger istället att yngelutvandring är en anpassning till de låga vattennivåerna i Själsoån. Gotlands få bäckar, emellanåt låga flöden, och den höga tätheten av lekande öringar och därmed yngel leder till en stor konkurrens (Landergren, 2004). Tidig havsvandring öppnar därmed möjligheten för sent kläckta individer och små individer att överleva i alternativa habitat (Landergren, 2004; Elfman m.fl., 1999), särskilt i bäckar som helt eller delvis torkar ut.

---

<sup>3</sup> Lars Vallin, Projektledare fiskevård, Sportfiskarna Gotland, samtal

## 1.2 Syfte och frågeställning

Syftet med denna uppsats är att undersöka hur nederbörden under olika delar av året påverkar tätheten 0+ öring under hösten i Själsöån (avrinningsberoende) och Kopparsviksbäcken (källflöde). Studien kombinerar elfiskedata och nederbördshistorik med kompletterande habitatbeskrivning, elfiske och yngelfällor som används för att beskriva de båda bäckarna.

Frågeställningen:

Vilka samband finns mellan tätheten 0+ öring under hösten och nederbörden under hösten året innan kläckning (föräldrarnas lekperiod), våren (kläckningen) och sommaren (torr period till följd av höga temperaturer) i en källflödes bäck och en avrinningsberoende bäck?

Hur skiljer sig öring ynglens tidiga utveckling mellan två hydrologiskt skilda bäckar på Gotland?

### 1.2.1 Hypotes

Hypotesen var att Själsöån skulle vara mer känslig för låg nederbörd än Kopparsviksbäcken på grund av att Själsöån inte har samma stabila källflöde som Kopparsviksbäcken har. Prediktionen från denna hypotes är att sambandet mellan tätheten 0+ öring i Själsöån och nederbörden under våren och sommaren skulle ha en positiv korrelation. Även högre nederbörd i Kopparsviksbäcken predikteras skulle ge positiva resultat på 0+ öring men i lägre grad. Gällande nederbörden under hösten och tätheten 0+ öring så är även denna prediktion att mer nederbörd leder till högre täthet 0+ öring. Hypotesen till den andra frågeställningen är att ynglen i Kopparsviksbäcken kommer att uppkomma tidigare än i Själsöån, till följd av Kopparsviksbäckens inflöde av grundvatten och därav högre vattentemperaturer på våren.

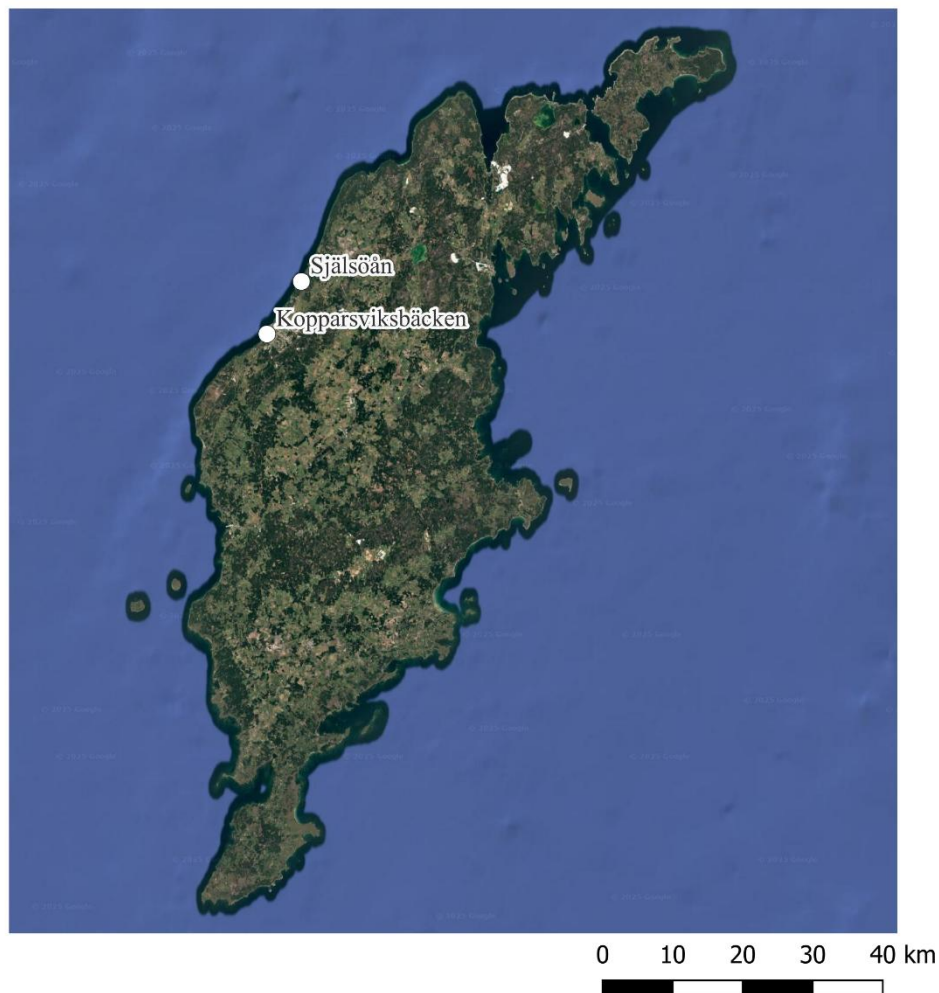
## 2. Material & Metod

Detta är en empirisk studie bestående av analys av befintlig elfiskedata kopplat till SMHI:s nederbördsdata och kompletterad av egen insamlad fältdata.

### 2.1 Beskrivning av området, bäcken och populationen

Själsoån och Kopparsviksbäcken är två åar på västra Gotland (fig 2). Under den 24 april mättes de båda bäckarnas längd, våta bredd och nuvarande bredd. Under detta datum togs även foton som i samband med mätningar på plats användes för att beskriva bäckarnas bottenvegetation, skuggning, vedstruktur, omgivning, strömhastighet och bottensubstrat.

#### Bäckarnas placering på Gotland

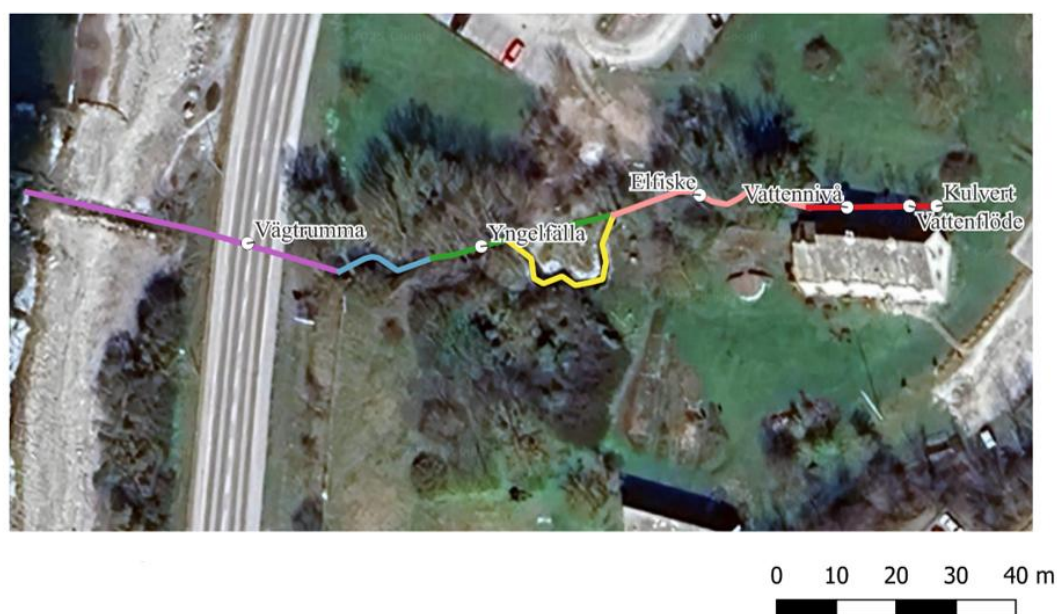


*Figur 2: Karta över Själsoån och Kopparsviksbäcken placering på Gotland. Kartografen är Ellen Lindström.*

### 2.1.1 Kopparsviksbäcken

Kopparsviksbäcken är belägen i södra Visby och är 127 meter lång från hav till kulvert (uppströmsvandringshinder för öring; fig 3). Under studieperioden hade bäcken en medelbredd på cirka en meter, medan den genomsnittliga våta bredden under normala flödesförhållanden uppgår till cirka två meter enligt 40 uppmätta sträckor längs ån. Bottensubstratet domineras av sten med en partikelstorlek på 10–20 cm. Vattendraget är vattenförande året om och får sitt flöde främst från grundvatten som rinner ut från det omkringliggande berget. Bäcken är tydligt påverkad av mänsklig verksamhet, bland annat genom kulvertering och tidigare kanaliserade sträckor (Vallin, 2023). Bäcken är utritad nedan där den är uppdelad i sex olika zoner (fig 3).

#### Kopparsviksbäcken uppdelad i 6 zoner



*Figur 3: Karta över Kopparsviksbäcken. På kartan är bäcken indelad i sex olika zoner för enklare beskrivning av bäckens diversitet. På kartan visas även noterbara platser i Kopparsviksbäcken som placeringen av yngelfällan. Kartografen är Ellen Lindström.*

Från mynningen rinner vattnet över en stenstrand innan det leds vidare uppströms genom en vägtrumma. Den lila zonen skiljer sig markant från de andra zonerna eftersom den i dagsläget är torrlagd och bottensubstratet är mer diversit än i de övriga zonerna (fig 4a).



*Figur 4: Sex bilder från de olika zonerna i Kopparsviksbäcken som ska beskriva diversiteten i bäcken. På den översta raden visas foton från den lila, blå och den gröna zonen (4a-c) och på den nedersta raden visas foton från den gula, rosa och den röda zonen (4d-f).*

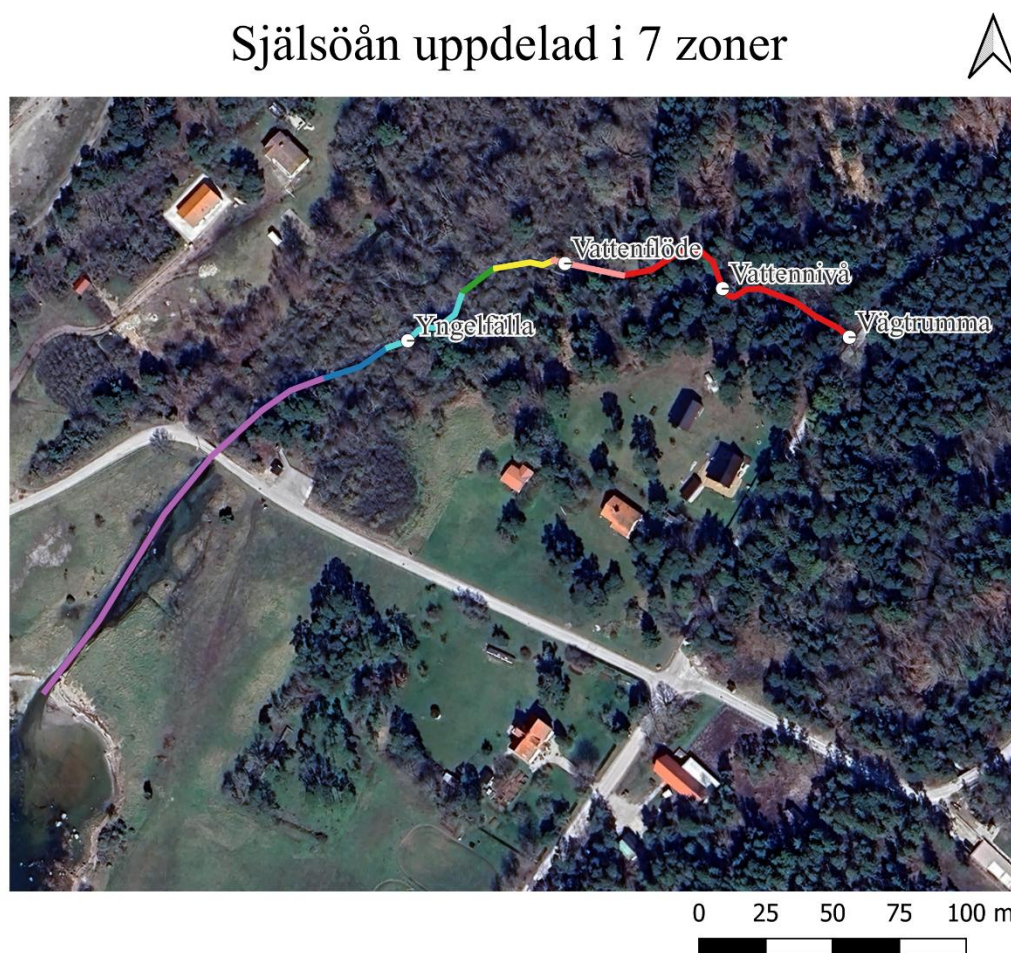
Ovanför vägtrumman övergår bäcken i en tydligt brant med måttlig strömhastighet och underlaget består av sten med mycket påväxt av mossa, detta skiljer den blå zonen från de andra zonerna (fig 4b). Under de senaste åren har bäcken försetts med lekgrus och under 2023 skapades en ny bäckfåra som ersättning för den öppna betongrännan (Vallin, 2023). Betongrännan är den gröna zonen (fig 4c) medan den nya bäckfåran är den gula zonen (fig 4d). I den gröna zonen är strömhastigheten låg och trots den artificiella betongrännan förekommer det lekgrus och stenhögar, vilket det även gör i den gula zonen. Den rosa zonen utmärker sig genom att ha en någorlunda hög skuggning genom de överhängande träden (fig 4e). I denna zon förekommer det även lekgrus och stenhögar. Till skillnad från den gröna och den gula zonen innehåller den rosa måttlig strömhastighet. Den röda zonen avslutas genom

att leda in vattnet i intilliggande berg genom en kulvert och denna zon karaktäriseras genom rik skuggningen och en riklig alg- och mossförekomst (fig 4f).

Endast en fiskart, öring, har observerats i bäcken. Fällfångster under perioden 2020–2022 har visat att cirka 50 havsöringar vandrar upp i bäcken för lek varje höst. Under 2022 och 2023 genomfördes även provfisken med yngelfälla. Fällan låg ute i 29 fiskedygn år 2022 och fångade då 211 yngel, medan 320 yngel fångades under 41 fiskedygn år 2023 (Vallin, 2023).

### 2.1.2 Själsöån

Själsöån är belägen åtta km norr om Visby och den studerade delen av bäcken är 400 meter från hav till vägtrumma. Bäcken har en genomsnittlig våt bredd på tre meter medan medelbredden under studieperioden var kring två meter enligt 32 uppmätta sträckor längs ån. Bottensubstratet domineras av mindre sten med en diameter på 2-10cm. De senaste åtta åren har vattendraget regelbundet torkat ut (Landergren, 2024). Bäcken är utritad nedan där den är uppdelad i sju olika zoner (fig 5).



*Figur 5: Karta över Själsöån. På kartan är bäcken indelad i sju olika zoner för enklare beskrivning av bäckens diversitet. På kartan visas även noterbara platser i Själsöån som placeringen av yngelfällan. Kartografen är Ellen Lindström.*

Från Själsö Hamn rinner vattnet i en passage på cirka tre meter bredd till ån (fig 6a). Den här zonen skiljer sig från de andra genom att den inte är skuggad som de övriga som meandrar genom skogen.



*Figur 6: Sju bilder från de olika zonerna i Själsöån som ska beskriva diversiteten i bäcken. På den översta raden visas foton från den lila, blå och den turkosa zonen (6a-c) och på den nedersta raden visas foton från den gröna, gula, rosa och den röda zonen (6d-g).*

Ovanför mynningen i zon blå tillkommer mer stenrikt bottensubstrat och fler överhängande grenar (fig 6b). I den turkosa zonen ligger flertalet grenar i ån och i zonen förekommer även en del sten- och grushögar (fig 6c). Den genomsnittliga våta bredden i den gröna zonen är fem meter, men under den torra våren 2025 var den kring två meter bred (fig 6d). I denna zon finns det många lek- och grushögar som indikerar reproduktiv aktivitet hos öringen (fig 6d). Nästa zon karaktäriseras av beskuggning (fig 6e), medan området i den rosa zonen är mer öppet kring vattendraget och kännetecknas av riklig förekomst av vattenväxter (fig 6f). Den sista zonen är den röda där strömshastigheten kategoriseras som måttlig och där öringar har goda möjligheter till parning, vilket sten- och grushögarna indikerar (fig 6g).

Förr simmade det årligen upp 150 vuxna havsöringar på hösten för lek men i dagsläget stiger 30–50 havsöringar upp i ån (Landergren, 2024). Förutom öring har det påträffats fiskarter som abborre, elritsa, små- och storspigg vid årliga elfisken under hösten (Svenskt elfiskeregister, u.å.).

## 2.2 Elfiske och statistik

För Kopparsviksbäcken och Själsöån analyserades data från elfiskeundersökningar (Svenskt elfiskeregister, u.å.) som genomförts under 18 olika år för Kopparsviksbäcken och 19 olika år för Själsöån. De elfisken som inkluderades i studien var de år då elfisket utfördes på samma plats och inom samma tidsperiod (sep- dec). Fokus låg på att undersöka förekomsten av 0+ öring och data jämfördes med nederbördsmängder under tre olika tidsperioder. Den totala nederbörden under mars till maj året elfisket genomfördes kallas vår och nederbörden under juni till augusti kallas sommar. Höstsäsongen definieras som nederbörden under oktober till januari året innan elfisket genomfördes. Dessa perioder valdes för att leken ofta sker mellan oktober och januari. Yngeluppkomsten sker ofta mellan mars och maj och under juni och augusti är oftast det torraste perioderna. Syftet var att undersöka eventuella samband mellan nederbörd och tätheten av 0+ öring. Tätheten uttrycks i antalet 0+ öring per 100m<sup>2</sup> i den elfiskade arean. Statistiska analyser genomfördes med Spearmans rangkorrelation i programvaran R och rstudio (R Core Team 2024). Metoden valdes eftersom den kan mäta sambandet mellan två variabler utan krav på att observationerna följer en specifik fördelning.

## 2.3 Kompletterande data

För att karaktärisera de båda bäckarna kompletterades elfiske och nederbördsanalys med elfiske, yngelfällor och mätning av temperatur, vattennivå och vattenföring.

### 2.3.1 Elfiskets placering och metod

Ett kvalitativt elfiske genomfördes den 23 april 2025 i den rosa zonen i Kopparsviksbäcken (fig 3). Studiesträckan var tio meter lång, en meter bred och hade ett medeldjup på 6,4 cm. Vattenhastigheten kategoriserades som strömt. Undersökningen syftade till att identifiera längdfördelningen av öring ynglen. Två veckor senare, den 6 maj 2025 utfördes ett ytterligare kvalitativt elfiske på samma studie sträcka i Kopparsviksbäcken. I Själsöån skedde inget elfiske eftersom vattennivån och vattenflödet var för låga.

Fältutrustningen bestod av ett bensindrivet elverk, ett elfiskeaggregat och en konduktivitetmätare. Katoden placerades i vattnet och kopplades till elfiskeaggregatet. Jordningen anslöts till elverket och förankrades i marken. Därefter kopplades anoden till aggregatet, med en spänningsinställning på 400 V, innan elverket slutligen anslöts till aggregatet. Anoden anslöts till en förlängningssladd som sedan anslöts till aggregatet. Innan

elfisket påbörjades mättes vattnets ledningsförmåga med hjälp av en konduktivitetsmätare. En person hanterade anoden och håvade upp de bedövade fiskarna från vattnet till en hink som den andra personen bar. Efter genomförd sträcka förseddes hinken med en syrepump. De infångade fiskarna överfördes därefter separat till en hink innehållande vatten och bedövningsmedel för vidare hantering. Större öringar (åldersklass 1+) vägdes och mättes, medan öring yngel endast mättes på en mätbräda. Efter registrering återutsattes samtliga individer på fångstplatsen. Slutligen fylldes det standardiserade elfiskeprotokollet i (Bergquist m.fl., 2014).

### 2.3.2 Yngelfällans utformning och drift

Driftande öring yngel fångades nära vattendragets mynning i de båda vattendragen med en yngelfälla (fig 7). I Kopparsviksbäcken var yngelfällan i drift mellan den 15–30 april 2025 samt mellan den 5–23 maj 2025. I Själsöån var yngelfällan i drift mellan den 22–30 april 2025 och mellan den 5–23 maj 2025. Yngelfällan är konstruerad för att samla in öring yngel från ett rinnande vattendrag. Fällan består av en rektangulär metallram där ena sidan är täckt med ett galler, vilket tillåter vatten och smådjur att passera in men utestänger större organismer och skräp. Från galleröppningen leds vattnet genom en finmaskig nätkon som gradvis smalnar av och mynnar ut i en vit plastburk längst ned i fällan (fig 7). Den vita plastburken fungerar som uppsamlingsenhet för ynglen. Burken är utrustad med nät på båda långsidor för att säkerställa god genomströmning av vatten, vilket ger en syresatt miljö för de infångade ynglen. Fällan hålls på plats med hjälp av stenar och är strategiskt placerad i strömmande vatten för att dra nytta av vattenflödets naturliga riktning (fig 7). Syftet med konstruktionen är att på ett skonsamt och effektivt sätt fånga in öring yngel. Fångade yngel fotograferades i en burk där botten i burken hade ett rutigt mönster och där varje ruta var 5mm (omslagsbilden). Rutorna fungerade som en referens för att kunna skala om längden på fotot till verkligheten. Först mättes ynglets längd i fotot sedan dividerades detta med längden på en ruta i fotot och sist multiplicerades det med 5, vilket motsvarar rutans storlek i verkligheten. Måtten som användes var mm.



*Figur 7: Yngelfällans placering och form i Kopparsviksbäcken.*

Längdfördelningen av ynglen fångade i yngelfällan jämfördes med ynglen fångade under elfisket i vattendraget. Fångstillfällena närmast i tid mellan de båda fångstmetoderna användes för jämförelsen. Yngel fångade i första och andra perioden i fällan jämfördes med ynglen fångade under första elfisket. Ynglen fångade under den tredje perioden jämfördes med det andra elfisket. Eftersom längdfördelningen inte är normalfördelad testades skillnad i längd mellan de båda grupperna med Wilcoxon-Mann-Whitney test i R och rstudio (R Core Team 2024).

## 2.4 Temperatur och vattenföring

För varje månad i respektive säsong beräknades ett medelvärde för åren 2001–2024. Sedan beräknades ett säsongs medelvärde genom medelvärdet för de aktuella månaderna som säsongen inkluderar (tabell 1; SMHI, 2025 a). Tabellen visar att den mesta nederbörden sker under hösten och att den varmaste temperaturen sker under sommaren.

*Tabell 1: Medelnederbörden och medeltemperaturen per månad på koordinaterna 57,663. 18,352 under perioderna vår (mars-maj), sommar (juni-augusti) och höst (oktober-januari).*

| Årstid             | Medelnederbörd<br>per månad (mm) | Medeltemperatur<br>per månad (°C) |
|--------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Vår (2001–2024)    | 31,3                             | 6                                 |
| Sommar (2001–2024) | 67,3                             | 16,8                              |
| Höst (2001–2025)   | 73,8                             | 4,1                               |

### 2.4.1 Vattennivå och vattentemperatur

I de båda bäckarna registrerades vattennivån med hjälp av en mätningsssticka placerad i botten av bäckarna och vattentemperatur via en termometer. Vattennivån och vattentemperaturen registrerades mellan den 16 april till 23 maj i Kopparsviksbäcken och 22 april till 23 maj i Själsöån. För att kunna jämföra dessa bäckar har endast vattennivån och vattentemperaturen under 23 april till 23 maj använts. Medelvärde och standardavvikelse beräknades genom Microsoft Excel (Microsoft Corporation, 2018).

### 2.4.2 Apelsinskalsmetoden

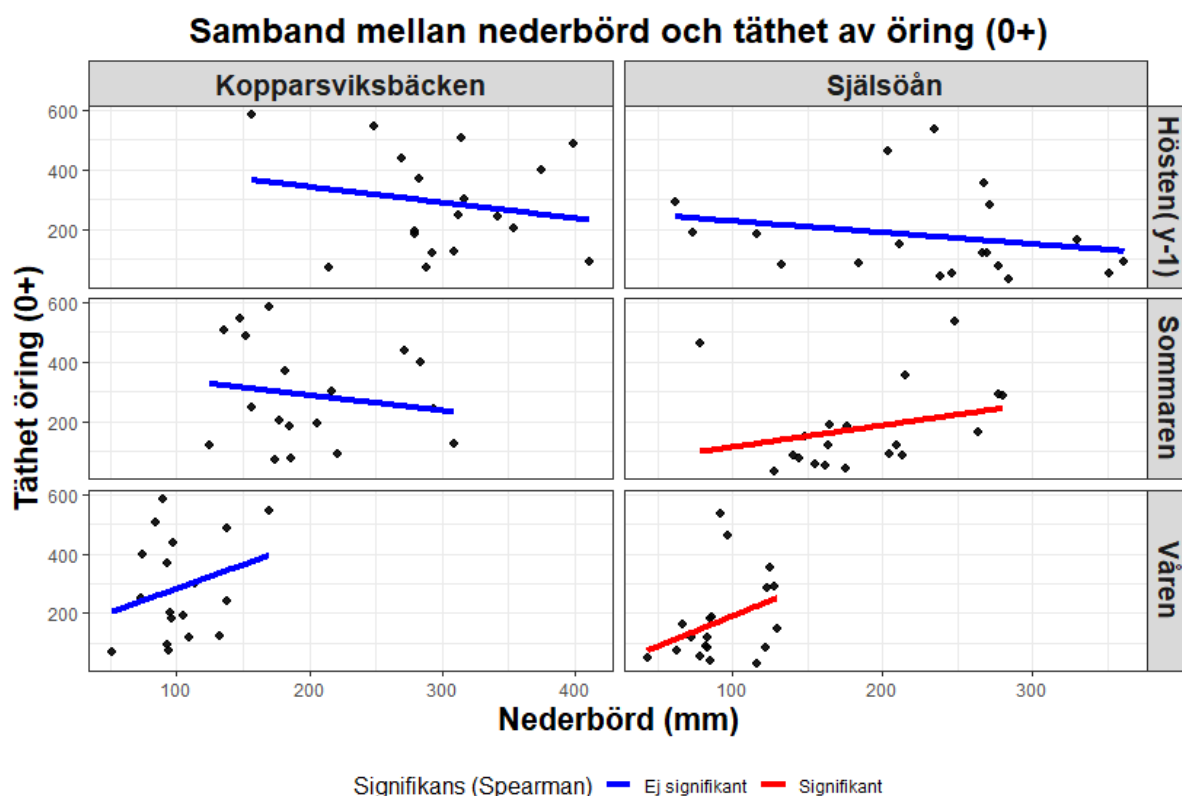
I de båda bäckarna beräknades flödet med hjälp av apelsinskalsmetoden.

Apelsinskalsmetoden innebär att man först mäter upp längden på en utvald sträcka i vattendraget. Därefter mäts bredden på tre platser längs sträckan och på varje bredd mäts även vattendjupet vid tre olika positioner. Dessa mätningar användes för att uppskatta tvärsnittsarean. Därefter registreras den tid det tar för ett apelsinskal att färdas längs den utvalda sträckan. Denna procedur upprepas fem gånger för att få ett medelvärde på tiden det tog för apelsinskalet att färdas mellan a och b. Genom att kombinera informationen om sträckans längd och medel tiden beräknades den genomsnittliga vattenhastigheten. Tillsammans med den uppskattade tvärsnittsarean kunde därefter det ungefärliga vattenflödet beräknas.

### 3. Resultat

#### 3.1 Nederbörd och elfiskedata

Nederbörden under tre perioder på året har jämförts med antalet 0+ öring fångade under ett elfisketillfälle varje år, i september till december. I Själsöån är korrelationen signifikant positiv för sambandet mellan nederbörden under våren (tabell 2; fig 8f) och nederbörden under sommaren (tabell 2; fig 8d) och tätheten 0+ öring. Ingen signifikant korrelation detekterades mellan tätheten 0+ öring på hösten och nederbörd i Kopparsviksbäcken och nederbörden under hösten( $y-1$ ;  $y$  = år för skattning av 0+ öring) i Själsöån (tabell1; fig. 9).



Figur 8: Sambandet mellan täthet 0+ öring under hösten jämfört med nederbördsmängden under tre perioder i Själsöån och Kopparsviksbäcken. Hösten ( $y-1$ ) står för hösten året innan kläckning från oktober till januari, våren är mars till maj samma år som kläckning och sommaren är juni till augusti samma år som kläckning. De blåa och de röda linjerna visar trendlinjerna över nederbördsmängd och den röda linjen indikerar de perioder som visar ett statistiskt signifikant resultat ( $p < 0,05$ ).

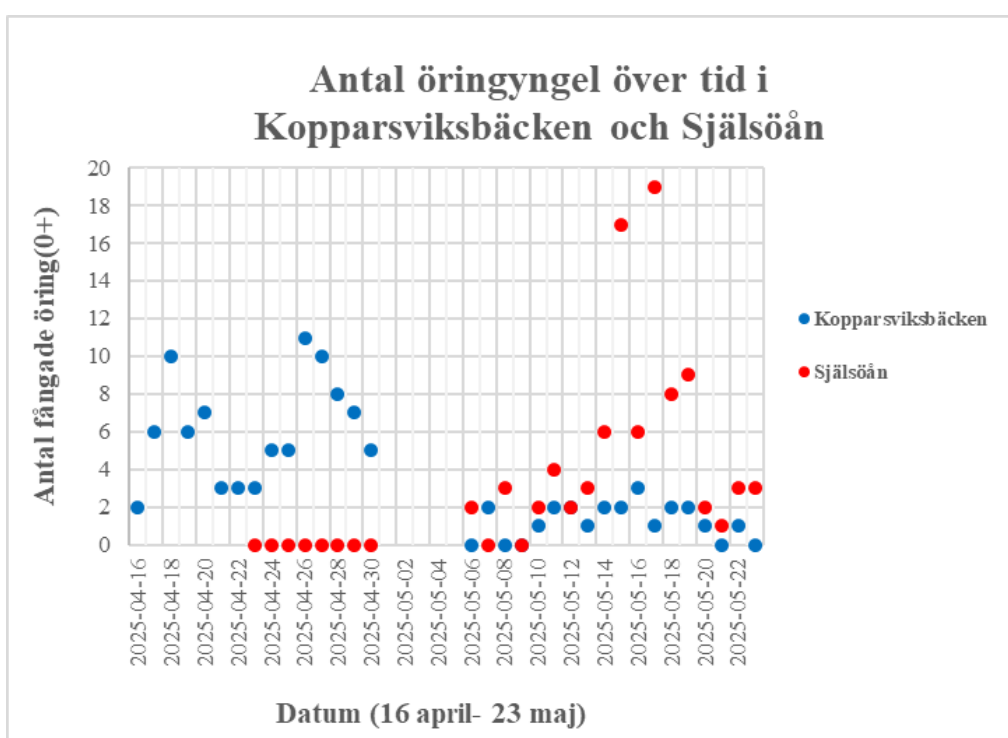
Tabell 2: Resultat för sambandet mellan antal 0+ öring under hösten jämfört med nederbörds mängden tre perioder under året i Själsöån och Kopparsviksbäcken. Denna tabell visar spearmans korrelationsvärde och p-värdet. Ett p-värde under 0,05 signalerar ett signifikant resultat.

| Spearman-korrelation mellan nederbörd och täthet öring (0+) |                   |                   |         |                      |
|-------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|---------|----------------------|
| Bäck                                                        | Tidsperiod        | Spearman's $\rho$ | p-värde | Signifikansbedömning |
| Kopparsviksbäcken                                           | Hösten året innan | -0.439            | 0.069   | Ej signifikant       |
| Kopparsviksbäcken                                           | Sommaren          | -0.265            | 0.287   | Ej signifikant       |
| Kopparsviksbäcken                                           | Våren             | 0.125             | 0.621   | Ej signifikant       |
| Själsöån                                                    | Hösten året innan | -0.388            | 0.101   | Ej signifikant       |
| Själsöån                                                    | Sommaren          | 0.461             | 0.047   | Signifikant          |
| Själsöån                                                    | Våren             | 0.489             | 0.034   | Signifikant          |

## 3.2 Kompletterande fältdata

### 3.2.1 Yngelfällan

Totalt fångades 113 öring yngel i fällan i Kopparsviksbäcken och 90 öring yngel fångades i yngelfällan i Själsöån (fig 9). Yngeldriften startade betydligt tidigare i Kopparsviksbäcken.

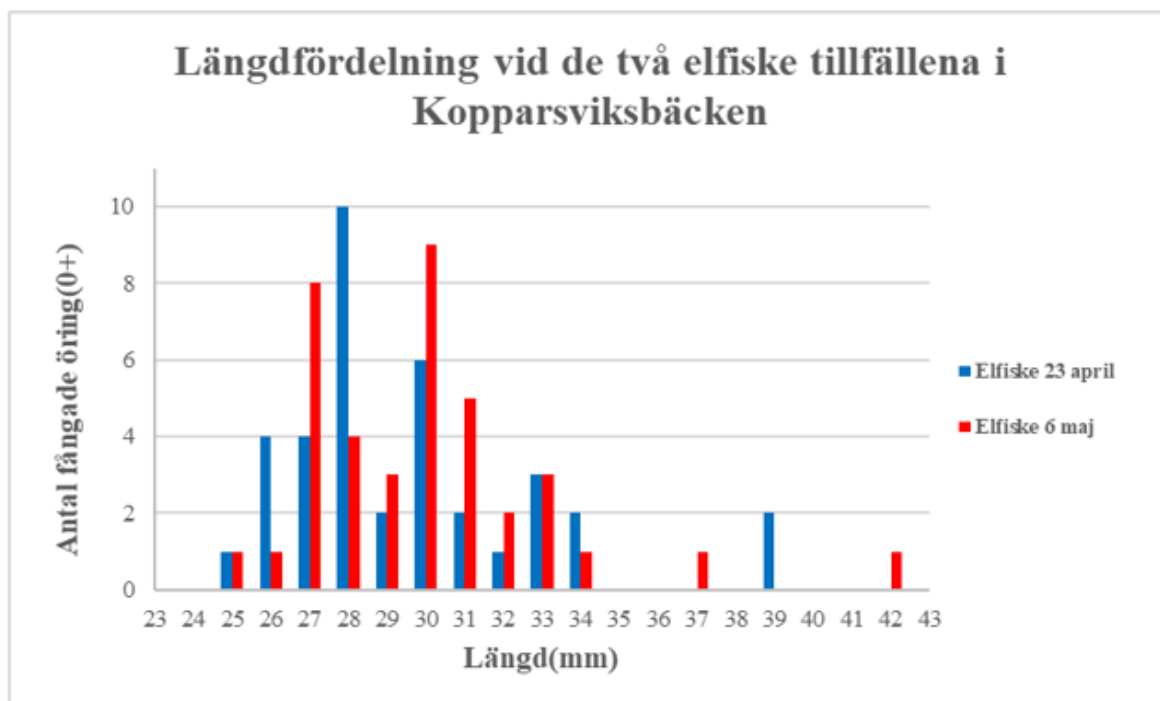
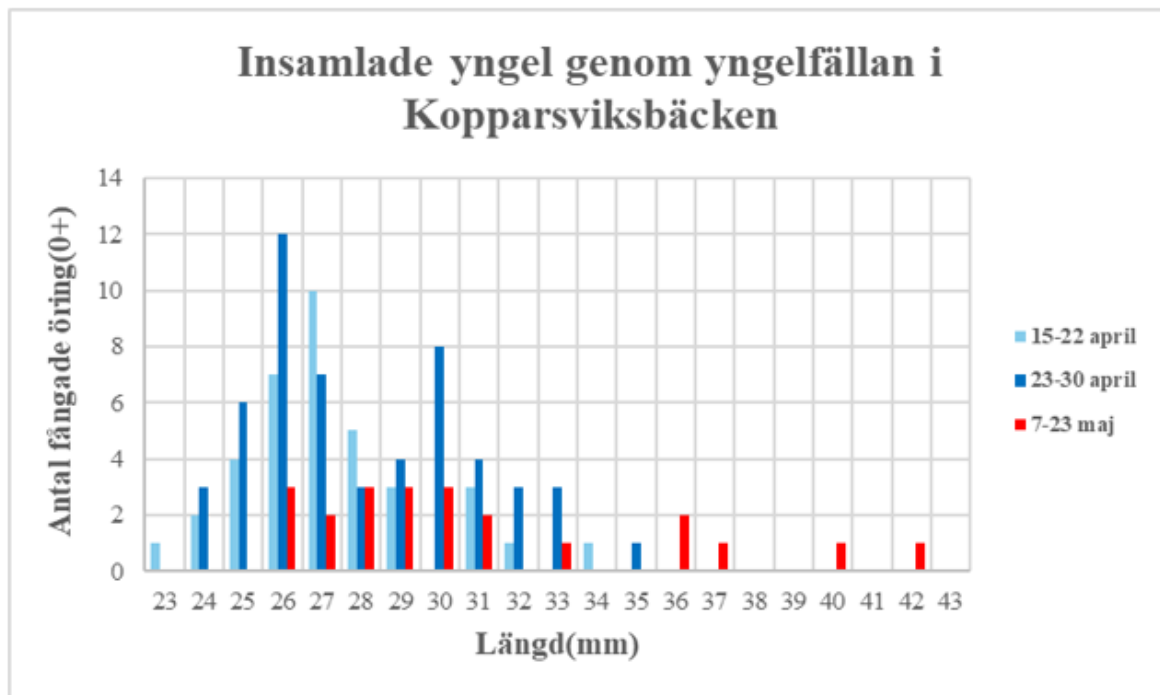


Figur 9: Punktdiagram över antalet öring yngel insamlade dagligen genom yngelfällorna i Kopparsviksbäcken och i Själsöån under 15 april och 23 maj. Där blå punkt indikerar öring yngel i Kopparsviksbäcken och röd punkt indikerar öring yngel i Själsöån.

Mellan 15–22 april samlades 37 öring yngel in genom yngelfällan i Kopparsviksbäcken. Mellan 23–30 april samlades 54 yngel in genom samma yngelfälla. Medellängden under första perioden var 27 mm medan medellängden vid den andra perioden var 28mm (fig 10a). Mellan 7–23 maj samlades 22 öring yngel in och medellängden var 31mm (fig 10a). Totalt var fällan aktiv under 33 dygn.

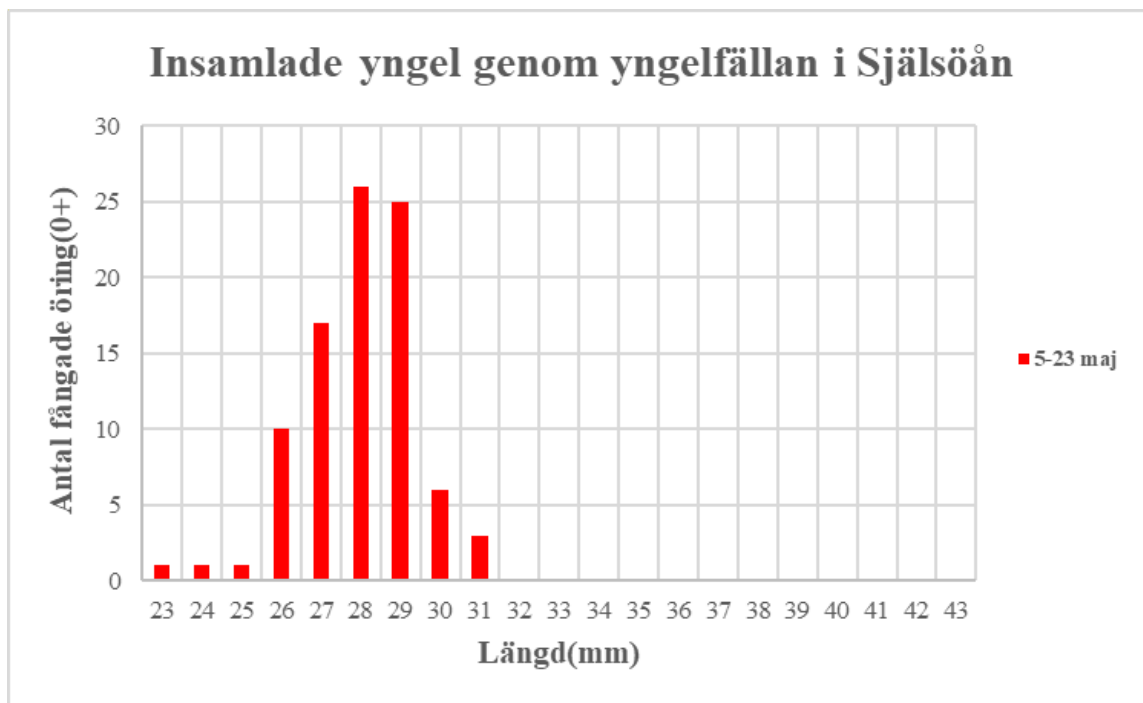
Vid det första elfiske tillfället i Kopparsviksbäcken den 23 april samlades 37 yngel in. Vid det andra elfiske tillfället i Kopparsviksbäcken den 6 maj samlades 39 yngel in (fig 10b). Medellängden vid båda dessa elfiske tillfällen var 30 mm (fig 10b), alltså något högre än medellängden i andra perioden för yngelfällan som representerar samma tid.

Yngel fångade under första och andra perioden var signifikant mindre än ynglen fångade under det första elfisket (Wilcoxon-Mann-Whitney,  $W = 2264,5$   $p = 0,002$ ) medan ingen skillnad i storlek detekterades mellan yngel fångade under den tredje fällperioden och det andra elfisket (Wilcoxon-Mann-Whitney,  $W = 415$ ,  $p = 0,84$ ).



Figur 10: Stapeldiagram över längdfördelningen hos öring yngel infångade i Kopparsviksbäcken genom yngelfällan i det övre(a) och genom elfiske i det undre(b). I de övre diagrammet representerar den ljus blåa stapeln längdfördelningen av öring yngel fångade under 15–22 april, blå stapel visar längdfördelningen av öring yngel fångade under 23–30 april och röd stapel representerar längdfördelningen av öring yngel fångade under 7–23 maj. I det undre diagrammet visar blå stapel längdfördelningen av öring yngel fångade genom elfiske den 23 april och röd stapel representerar längdfördelningen av öring yngel fångade genom elfiske den 6 maj.

I Själsöån fångades 0 öring yngel i yngelfällan under perioden 22–30 april. Under 5–23 maj samlades 90 öring yngel in genom yngelfällan och deras medelvärde var 28mm. Längdfördelning på dessa 90 öring yngel visas nedan (fig 11) Totalt var fällan aktiv under 26 dygn.



Figur 11: Stapeldiagram över längdfördelningen hos öring yngel infångade genom yngelfällan i Själsöån mellan den 5–23 maj.

### 3.2.2 Vattenföring, vattennivå och temperatur

I Kopparsviksbäcken var vattennivån under 23 april till 23 maj  $22 \pm 0,25$  cm och vattentemperaturen var  $9,2 \pm 0,61^\circ\text{C}$  medan vattennivån under 23 april till 23 maj i Själsöån var  $7,2 \pm 0,6$  cm och vattentemperaturen var  $7,6 \pm 0,96^\circ\text{C}$  (tabell 3). Den kvantifierade vattenföringen över de tre mätillfällena varierade mellan 6,8 och 14,1 l/s i Kopparsviksbäcken och mellan 3,4 och 12,3 l/s för Själsöån (tabell 3).

*Tabell 3: Resultat för apelsinskalsmetoden under tre datum i de båda bäckarna samt vattennivån och temperaturen under studieperioden.*

| Datum    | Kopparsviksbäcken (L/s) |                |                                |           | Själsoån (L/s) |                |                               |           |
|----------|-------------------------|----------------|--------------------------------|-----------|----------------|----------------|-------------------------------|-----------|
|          | Flöde (l/s)             | Medel djup (m) | Vattennivån vid mätstickan(cm) | Temp (°C) | Flöde (l/s)    | Medel djup (m) | Vattennivå vid mätstickan(cm) | Temp (°C) |
| 25 april | 8,8                     | 0,1            | 22,5                           | 9,2       | 12,3           | 0,1            | 8                             | 6,7       |
| 30 april |                         |                | 22,3                           | 9,6       |                |                | 7,7                           | 8,7       |
| 6 maj    |                         |                | 22                             | 8,8       |                |                | 7                             | 8,4       |
| 9 maj    | 14,1                    | 0,1            | 22,1                           | 9,8       | 5,6            | 0,1            | 7,2                           | 6,7       |
| 12 maj   |                         |                | 21,8                           | 8,4       |                |                | 6,9                           | 7,1       |
| 16-maj   |                         |                | 21,8                           | 9,3       |                |                | 6,8                           | 7,4       |
| 19-maj   |                         |                | 21,9                           | 9,8       |                |                | 7,0                           | 8,7       |
| 23 maj   | 6,8                     | 0,1            | 22                             | 9,2       | 3,4            | 0,1            | 6,5                           | 7,6       |

## 4. Diskussion

Resultaten indikerade att mer nederbörd under våren(mars-maj) och under sommaren(juni-augusti) hade en positiv inverkan på tätheten 0+ öring i Själsöån. Poff m.fl. (1997) beskriver två typer av nederbördsberoenden för vattendrag. Det ena är ett nederbörds känsligt system där vatten leds till kanalen genom ytvattenflöde eller genom underjordiskt flöde. Detta system är mer känsligt för direkt enskilda nederbördshändelser eftersom de reagera snabbt och kraftigt på regn. Det andra systemet är ett grundvattenberoende system som får ett betydande bidrag från djupare grundvattenvägar. Detta system visar stabila hydrografer även vid varierande nederbörd (Poff m.fl., 1997).

Det positiva sambandet mellan tätheten 0+ öring och nederbörden under våren och under sommaren i Själsöån kan sannolikt förklaras av att denna å i högre grad är beroende av direkt nederbörd. Till skillnad från Själsöån får Kopparsviksbäcken ett visst tillskott av grundvatten genom intilliggande berggrund. Perioder med hög nederbörd kan direkt gynna flödesförhållandena i Själsöån och förbättra förutsättningarna för överlevnad hos yngel. Resultaten visar att Själsöån reagerar snabbare och mer direkt på nederbörd, vilket tyder på ett känsligare hydrologiskt system. I denna å kommer torka eller avsaknad av nederbörd få en högre konsekvens. Detta betyder att bäckar med olika hydrologiska karaktärer kommer att påverkas olika i ett framtida förändrat klimat. Mer grundvattenberoende system som Kopparsviksbäcken borde ha bättre buffringsförmåga mot kortvarig torka än nederbördsberoende system som Själsöån.

En viktig abiotisk faktor som påverkar fördelningen och förekomsten av öring är vattenflödet, resultaten från apelsinskalsmetoden visar att Själsöåns vattenföring saktar av vid avsaknad av nederbörd. Även vattennivån är en viktig abiotisk faktor (Armstrong m.fl., 2003), under fältperioden skilde vattennivån i Kopparsviksbäcken 0,25cm medan vattennivån skilde 0,6cm i Själsöån. Dessa är ytterligare faktorer som visar att bäckarna är av olika hydrologiskt ursprung.

I Själsöån är antalet grövre stenar fler vilket ökar gömställen vid höga flöden. Utöver substratet är skydd som vatten bankar och överhängande vegetation viktiga för öringen (Armstrong m.fl., 2003). I Själsöån finns fler av dessa skydd såsom vattenväxter, djuphål, block och grenar i vattendraget som alla agerar som skydd vid höga flöden.

Tätheten av 0+ öring under hösten kan bero av både emigration från bäckarna och mortalitet. Vattentillgången och vattenflödet i bäckarna kan tänkas påverka både överlevnadstakten och emigrationstakten. Under perioder av lågt vattenflöde ökar ofta mortaliteten hos unga öringar. Mortaliteten kan då bero på att pooler isoleras, vattentemperaturer stiger och syrenivåerna sjunker (Elliott, 2005). Minskat flöde kan också leda till minskad föda och skydd vilket kan leda till svält eller ökad konkurrens (Lobón-Cervía & Rincón, 2004). Habitatförsämring och minskad vattendensitet kan påverka emigrationshastigheten. För att överleva låg vattentillgång kan unga öringar behöva söka sig till djupare miljöer eller mer stabila miljöer

nedströms för att överleva (Gowan & Fausch, 1996). Detta kan förklara resultaten i Själsöån eftersom den lägre nederbörden skapar mindre vattentillgång och lägre flöden som ökar mortaliteten och emigrationshastigheten.

Mängden lekfisk och antalet ägg påverkar också antalet 0+ öring och kan bero på fler faktorer än vattenmängd (Degerman m.fl., 2001). Tyvärr fanns det inte tillräckligt med data för att testa hur starka sambanden mellan antalet lekfisk och mängden 0+ öring var under hösten.

Kopparsviksbäcken får mycket av sitt vatten från källflöde vilket kan förklara bristen på tydliga samband mellan nederbörd och tätheten av 0+ öring i vattendraget. Sambandet mellan tätheten 0+ öring och nederbörden under hösten i Kopparsviksbäcken uppvisar ett icke-signifikant resultat, som dock kanske kan vara biologiskt relevant med en rangkorrelation på  $\rho = -0,439$  och ett signifikansvärde på  $p = 0,069$  (tabell 2). Höga vattenflöden under leken och vintern kan föra med sig finkornigt material och sediment som kan ha en skadlig effekt på inkubationen av embryot och därmed överlevnaden av öring. Substratet är en av de viktigaste habitategenskaperna och risken med en hög andel finkornigt material är att det kan påverka embryots utveckling negativt genom att förhindra syresättningen till embryot och avlägsna metabolliskt avfall (Armstrong m.fl., 2003; Jensen & Johnsen, 1999). Fint sediment vid ökat vattenflöde kan fysiskt fånga gulesäckynghen i gruset och hindra deras uppkomst (Jensen & Johnsen, 1999). Under extrema översvämningar kan bottenmaterialet sättas i rörelse och fysiskt skada fiskäggen och larverna (Jensen & Johnsen, 1999). Även år utan extrema översvämningar med endast måttliga flöden har en ökad dödlighet hos fisk enligt Jensen (Jensen & Johnsen, 1999). Sammanfattningsvis kan höga flöden påverka äggen genom att föra in för mycket sediment och fysiskt påverka utvecklingen.

En ytterligare faktor till det negativa resultatet för tätheten 0+ öring och nederbörden under hösten är att Kopparsviksbäcken enligt höjddata från Lantmäteriet (Min karta) ligger på cirka nio meter vid kulverten och sju meter vid fällan. I jämförelse ligger Själsöåns studieområde på cirka tre meter över havet (Lantmäteriet, u.å.) Den brantare lutningen i Kopparsviksbäcken kan resultera i höga vattenhastigheter vilket kan försvåra uppvandring för lekfisk samt minska chansen för rom att stanna kvar på lämpliga platser vid höga flöden.

Innan elfisket skedde i bäckarna kan ynglen ha utvandrat i olika hastigheter från år till år. Detta påverkar tolkningen av produktionsdata och innebär att antalet yngel inte nödvändigtvis motsvarar hela årets rekrytering eller samma procent av rekryteringen. Detta kan ge snedvrida jämförelser och sambandet mellan observerad produktion och yngel tätheten bör tolkas med viss försiktighet. Den som utfört elfisket har även skiljt sig mellan åren. I denna rapport har nederbörden slagits ihop över flera månader för att få den totala nederbörden under en viss period. Detta betyder att en liknande total summa inte nödvändigtvis behöver spegla en jämn fördelning av nederbörd under en period.

Hypotesen som förklarar att mer nederbörd under hösten sannolikt ger högre täthet 0+ öring bevisas felaktig och anledningar till detta kan vara att högre nederbörd och därmed ett ökat flöde spolar bort lekgrus eller ägg från bottenarna, vilket minskar kläckningsframgången. En

intressant fortsatt forskning hade varit att undersöka sambandet mellan antalet leköring och antalet yngel under våren, sommaren och hösten i de båda bäckarna. Sambandet mellan tätheten 0+ öring och vattentemperaturen under året hade också varit en intressant fortsatt forskning.

De kompletterande observationerna och fällfångsterna visar skillnad i timing mellan bäckarna. Den 15 april lades fällan ut i Kopparsviksbäcken och redan dagen efter fångades två yngel. I Själsöån placerades fällan i ån den 22 april och under en veckas tid fångades noll yngel. När fällan sedan lades ned igen den 5 maj, började yngel att samlas även i Själsöån. Okulära observationer av yngel förkom inte förrän 10 maj i Själsöån. Detta tyder på att ynglen uppkommer senare i Själsöån, troligtvis på grund av den lägre temperaturen som snittade på 7,6°C jämfört med Kopparsviksbäckens temperatur som snittade på 9,3°C. Den högre temperaturen i Kopparsviksbäcken beror sannolikt på dess vatten som mestadels kommer från grundvattnet (Vallin, 2023).

I Själsöån gjordes inget elfiske eftersom vattennivån och vattenflödet var för lågt efter yngeluppkomst. I Kopparsviksbäcken gjordes två kvalitativa elfisken där ynglens längd jämfördes med de ynglen fångade i yngelfällan. Medellängden för de yngel som fångades i yngelfällan innan det första elfisket skedde var 27mm i Kopparsviksbäcken. De båda elfiskeomgångarna i Kopparsviksbäcken gav totalt 76 yngel med ett medelvärde på 30mm på respektive omgång. Elfiskets medellängd var statistiskt högre än hos de yngel som fångades i yngelfällan som hade en medellängd på 28mm under den första perioden. Under perioden efter elfiske var medellängden på de insamlade ynglen 31mm i Kopparsviksbäcken. Landergren beskriver i sin rapport att de minsta ynglen tenderar att förflytta sig före de större eftersom de större ynglen är starkare konkurrenter och kan bibehålla sina revir. Elfisket i Kopparsviksbäcken utfördes högre upp i bäcken än var yngelfällan var placerad (fig 3). Enligt Landergren (Landergren, 2004) bör det vara större individer högre upp i bäcken, vilket skulle kunna ha bidragit till större fisk i elfisket än i yngelfällan men samtidigt är området endast 40 meter långt. Fällorna var inte placerade exakt vid mynningen eftersom vattennivån vid mynningen var för låg. Detta skapar en osäkerhet om de yngel som fångades i fällan var redo att vandra ut i Östersjön. Det skiljde sig även hur ynglen mättes, i elfisket användes en mätbräda medan mätning för yngel i yngelfällan utfördes genom foto och uträkning. Detta kan ha lett till att ynglens längd i yngelfällan inte helt säkert stämmer utan att en felmarginal på upp till 2mm kan ha uppstått.

Enligt SMHI:s klimatscenarier över Gotland förväntas medelnederbörden öka med sex mm/månad under 2041–2070 jämfört med referensperioden 1971–2000 givet att strålningsdrivningen når 8,5W/m<sup>2</sup> år 2100 (SMHI, 2025 b). Samtidigt förväntas medeltemperaturen att öka med 2,8°C under samma period med samma förutsättningar (SMHI, 2025 c). Yttertemperaturen förväntas att öka med 1,6°C under samma period med samma förutsättningar (SMHI, 2025 d). En ökad nederbörd kommer att påverka bäckar som Själsöån positivt eftersom den är starkt beroende av nederbörd. Ett varmare klimat kommer dock att göra det svårare för åar som Själsöån att hålla sitt vatten på grund av avdunstningen. Öringar gillar kallare vatten och en ökning i Östersjön med 1,6°C kommer minska dess

levnadsyta. Det är därför av stor vikt att förvaltningsstrategier anpassas till en förändrad hydrologisk regime.

I framtiden krävs ett mer resilient system som snabbt klarar av att återhämta sig från torkan som förväntas ske oftare. I Själsöån hade en klimatåtgärd kunnat vara att skapa flödesregimer som efterliknar naturliga flöden genom att anlägga en damm ovanför det naturliga vandringshindret som släpper vatten vid behov. Vattnet från en sådan damm borde släppas ut genom botten så att det kallare vattnet använts i stället för ytvattnet för att inte öka temperaturen i en redan varm bäck. En annan åtgärd hade kunnat vara återvätning i närområdet vilket innebär att grundvattennivån höjs, eller ökad skuggning i de öppnare områdena för att minska avdunstningen och hålla temperaturen nere (Poff m.fl., 1997; Lake, 2003). En annan viktig sak är tillgången på olika livsmiljöer i vattendraget som djuphålor och varierad substrat som också skulle kunna vara en fiskinsats särskilt i Kopparsviksbäcken där fiskarna har större behov av att gömma sig vid högre flöden till följd av den brantare lutningen i bäcken (Lake, 2003). Konsekvenser av det framtida klimatet skulle kunna vara senarelagd lek om bäckarna torkar ut under sommaren och är i behov av höstregnet för påfyllning. En annan konsekvens skulle kunna vara mer trängsel för både öring och annan fisk i de vattenhållande bäckarna.

Slutligen anser jag att det finns större utmaningar med att rädda bäckar som endast är nederbördsberoende och att åtgärder som anläggning av damm högre upp i vattendraget för att efterlikna flödesregimen är avancerade dyra lösningar jämfört med att i första hand rädda mer vattenhållande och grundvattenberoende vattendrag. Samtidigt så är det viktigt var den nuvarande fisken håller till och att rädda dess naturliga habitat där den själv valt att befinna sig trots framtida utmaningar.

Sammanfattningsvis så finns det två starka samband i Själsöån mellan tätheten av 0+ öring under hösten och nederbörden under våren (mars-maj) och nederbörden under sommaren (juni-augusti). Dessa samband är positiva och kan förklaras av det starka behov Själsöån har av nederbörd, och möjliga samband mellan vattennivå, överlevnad och migration.

Skillnaderna som kan ses hos yngel fångade i Själsöån jämfört med ynglen fångade i Kopparsviksbäcken är att de yngel i Kopparsviksbäcken uppkommer tidigare under året. I ett framtida klimat på Gotland förväntas nederbörden och temperaturen att öka. Detta kan resultera i större effekter på årar som Själsöån som är beroende av nederbörd och kommer ha svårt att behålla vattnet. Åtgärder för att stärka ekosystemet i Kopparsviksbäcken hade varit fler gömställen för rom och öring yngel som kan skydda de från att bli neddragna vid höga flöden. I Själsöån kan åtgärder som återvätning och byggandet av en vattendamm leda till bevarande av vatten och återskapandet av ett flöde i ett föränderligt klimat.

## Tillkännagivanden

Jag vill avsluta rapporten med att nämna och tacka följande personer som bidragit till studiens tillkomst och resultat. Daniel Nyqvist för engagerad handledning och vägledning genom ett nytt ämne. Lars Vallin för kunskap och material till yngelfällor och elfiske, samt vägledning vid utförande av detta. Slutligen vill jag tacka sambo, familj och vänner för allt stöttande.

# Referenser

- Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Ladle, M. & Milner, N.J. (2003). Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries Research* 62 (2003) 143–170. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(02\)00160-1](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(02)00160-1)
- Armstrong, J.D. & Nislow, K.H. (2006). Critical habitat during the transition from maternal provisioning in freshwater fish, with emphasis on Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*). *Journal of Zoology*, 269(4), 403–413. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2006.00157.x>
- Bergquist, B., Degerman, E., Petersson, E., Sers, B., Stridsman, S. & Winberg, S. (2014). Standardiserat elfiske i vattendrag. SLU. Aqua reports 2014:15.
- Birnie-Gauvin, K., Thorstad, E.B. & Aarestrup, K. (2019). Overlooked aspects of the *Salmo salar* and *Salmo trutta* lifecycles. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 29 (4), 749–766. <https://doi.org/10.1007/s11160-019-09575-x>
- Brabrand, A., Koestler, A.G. & Borgström, R. (2002). Lake spawning of brown trout related to groundwater influx. *Journal of Fish Biology* 60: 751–763. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2002.tb01699.x>
- Degerman, E., Nyberg, P. & Sers, E. (2001). Havsöringens ekologi. (Fiskeriverket informerar 2001:10). Fiskeriverket, Sötvattenlaboratoriet lokalkontoret i Örebro
- Degerman, E. & Näslund, I. (2019). Öringfiskevård. Sportfiskarna, Havs och vattenmyndigheten.
- Einum, S. & Nislow, K.H. (2005). Local-scale density-dependent survival of mobile organisms in continuous habitats: an experimental test using Atlantic salmon. *Oecologia* (2005) 143: 203–210. <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1793-y>
- Elfman, M., Limburg, K., Kristiansson, P., Malmqvist, K. & Pallon, J. (1999). Application of micro-PIXE to fish life history analyses: trace element analysis of otoliths. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 150, 272–276. [https://doi.org/10.1016/S0168-583X\(98\)01006-4](https://doi.org/10.1016/S0168-583X(98)01006-4)
- Elliott, J.M. (1990). Mechanisms Responsible for Population Regulation in Young Migratory Trout, *Salmo trutta*. II. Fish Growth and Size Variation. *Journal of Animal Ecology* (1990) 59, 171–185. <https://doi.org/10.2307/5166>
- Elliott, J.M. (1994). *Quantitative Ecology and the Brown Trout*. Oxford: Oxford University Press. xi þ 286 pp. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198546788.001.0001>
- Elliott, J.M. & Hurley, M.A. (1998a). An individual-based model for predicting the emergence period of sea-trout fry in a Lake District stream. *Journal of Fish Biology* 53: 414–433. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1998.tb00990.x>
- Elliott, J.M. (2000). Pools as refugia for brown trout during two summer droughts: trout responses to thermal and oxygen stress. *Journal of Fish Biology*, 56(4), 938–948. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2000.tb00883.x>
- Elliott, J.M. & Elliott, J.A. (2010). Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change. *Journal of Fish Biology* (2010) 77, 1793–1817. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02762.x>

- Fiskeland Gotland (u.å a). Fredningsområden. <https://www.fiskelandgotland.se/?t=h&s=13591> [2025-04-30]
- Fiskeland Gotland (u.å b). Fiskevård på Gotland. <https://fiskelandgotland.se/?t=h&s=13593> [2025-04-30]
- Fiskeland Gotland (u.å. c). Den gotländska öringen. <https://fiskelandgotland.se/?t=h&s=13595> [2025-04-04]
- Gowan, C. & Fausch, K.D. (1996). Long-term demographic responses of trout populations to habitat manipulation in six Colorado streams. *Ecological Applications*, 6(3), 931–946. <https://doi.org/10.2307/2269496>
- Heland, M. (1999). Social organization and territoriality in brown trout juveniles during ontogeny. J. L. Baglinière m.fl. (eds.), *Biology and Ecology of the Brown and Sea Trout*. Praxis Publishing Ltd, Chichester, UK 1999. [2025-04-03]
- Jensen, A.J. & Johnsen, B.O. (1999). The functional relationship between peak spring floods and survival and growth of juvenile Atlantic Salmon (*Salmo salar*) and Brown Trout (*Salmo trutta*). *Functional Ecology* 1999 13, 778–785. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.1999.00358.x>
- Jonsson, B. & Greenberg, L., (2022). Egg incubation temperature influences the population-specific outmigration rate of juvenile brown trout *Salmo trutta*. *Journal of fish biology* (2022) 100, 909–917. <https://doi.org/10.1111/jfb.15022>
- Jonsson, B. & Jonsson, N. (2009). A review of the likely effects of climate change on anadromous Atlantic salmon *Salmo salar* and brown trout *Salmo trutta*, with particular reference to water temperature and flow. *Journal of Fish Biology* (2009) 75, 2381–2447. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2009.02380.x>
- Järvi, T., Holmgren, K., Rubin, J.F., Petersson, E., Lundberg, S. & Glimsäter, C. (1996). Newly-emerged *Salmo trutta* fry that migrate to the sea—an alternative choice of feeding habitat? *Nordic J. Freshwater Res.* 72, 52–62. [2025-03-09]
- Klemetsen, A., Amundsen, P.A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O’Connell, M.F. & Mortensen, E. (2003). Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish* 2003: 12: 1–59. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0633.2003.00010.x>
- Lahti, K., Laurila, A., Enberg, K. & Piironen, J. (2001). Variation in aggressive behaviour and growth rate between populations and migratory forms in the brown trout, *Salmo trutta*. *Animal Behaviour* 62: 935–944. <https://doi.org/10.1006/anbe.2001.1821>
- Lake, P.S. (2003). Ecological effects of perturbation by drought in flowing waters. *Freshwater Biology* (2003) 48, 1161–1172. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2003.01086.x>
- Landergren, P. (2004). Factors affecting early migration of sea trout *Salmo trutta* parr to brackish water. *Fisheries Research* 67 (2004) 283–294. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2003.10.005>
- Landergren, P. (2004). Provfiske i gotländska sjöar 1999. Länsstyrelsen Gotlands län. Rapport nr 6 2004 från Länsstyrelsens livsmiljöenhet. [2025-04-02]
- Landergren, P (2024). Själsöan 2025-2027. Länsstyrelsen i Gotlands län. [2025-05-09]
- Lantmäteriet, u.å. Min karta [online]. <https://minkarta.lantmateriet.se/> [2025-05-09]
- Lobón-Cerviá, J. & Rincón, P.A. (2004). Environmental determinants of recruitment and their influence on the population dynamics of stream-living brown trout *Salmo trutta* L. *Oikos*, 105(3), 641–646. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2004.12989.x>

- Länsstyrelsen Gotlands län (u.å. a). Sötvatten. <https://www.lansstyrelsen.se/gotland/djur/hotade-arter/hotade-djur-och-vaxter/sotvatten.html> [2025-04-04]
- Länsstyrelsen Gotlands län (u.å. b). Fiske. <https://www.lansstyrelsen.se/gotland/djur/fiske.html> [2025-04-07]
- Länsstyrelsen Gotlands län (u.å c). Själsöån. <https://www.lansstyrelsen.se/gotland/besoksmal/naturreservat/sjalsoan.html?sv.target=12.382c024b1800285d5863a882&sv.12.382c024b1800285d5863a882.route=/&searchString=&counties=&municipalities=&reserveTypes=&natureTypes=&accessibility=&facilities=&sort=none> [2025-04-29]
- Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å. a). Halsegårdeån. <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.11bea54017ce98c9ce63b167/1638440351906/Halsg%C3%A5rde%C3%A5n%202022.pdf> [2025-04-29]
- Länsstyrelsen i Gotlands län (u.å. b). Lummelundaån. <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.730f76c418120ef39f92401f/1655294561554/Lummelunda%C3%A5n.pdf> [2025-04-29]
- Metcalf, N.B., Wright, P.J. & Thorpe, J.E. (1992). Relationships between social status, otolith size at first feeding and subsequent growth in Atlantic salmon (*Salmo salar*). - J. Anim. Ecol. 61: 585-589. <https://doi.org/10.2307/5613>
- Microsoft Corporation. (2018). *Microsoft Excel* (Version 16.0) [Datorprogram]. <https://office.microsoft.com>
- Næsje, T.F. & Jonsson, B. (1988). Impacted stress: a causal agent of reduced whitefish egg incubation time. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 45: 27–31. <https://doi.org/10.1139/f88-004>
- Ottaway, E.M. & Forrest, D.R. (1982). The influence of water velocity on the downstream movement of alevins and fry of brown trout, *Salmo trutta* L. J. Fish Biol. (1983) 23, 221-227. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1983.tb02897.x>
- Poff, N. L., Allan, J. D., Bain, M. B., Karr, J. R., Prestegard, K. L., Richter, B. D. & Stromberg, J. C. (1997). The natural flow regime. Bio-science, 47(11), 769–784. <https://doi.org/10.2307/1313099>
- R Core Team. (2024). R: A language and environment for statistical computing [Computer software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Rubin, J.F., Glimsäter, C. & Järvi, T. (2004). Characteristics and rehabilitation of the spawning habitats of the sea trout, *Salmo trutta*, in Gotland (Sweden). Fisheries Management and Ecology, 2004, 11, 15–22. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2004.00349.x>
- SGU (2025). Dålig vinter för grundvattnet. <https://www.sgu.se/om-sgu/nyheter/2025/april/dalig-vinter-for-grundvattnet/> [2025-04-04]
- SMHI (u.å. a). Gotlands klimat. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatet-i-sveriges-landskap/gotlands-klimat> [2025-04-04]
- SMHI (u.å. b). Sjöar och vattendrag i varmare klimat. <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/sjoar-och-vattendrag-i-varmare-klimat> [2025-06-05]
- SMHI (2025 a). Griddad nederbörd- och temperaturdata (PTHBV). <https://www.smhi.se/data/nederbord-och-fuktighet/nederbord/griddad-nederbord--och-temperaturdata> [2025-04-04]

- SMHI (2025 b). Klimatscenariotjänsten. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. [https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenariotjansten/klimatscenariotjansten/met/gotlands\\_lan/medelnederbord/rcp85/2041-2070/year/abs](https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenariotjansten/klimatscenariotjansten/met/gotlands_lan/medelnederbord/rcp85/2041-2070/year/abs) [2025-05-31]
- SMHI (2025 c). Klimatscenariotjänsten. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. [https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenariotjansten/klimatscenariotjansten/met/gotlands\\_lan/medeltemperatur/rcp85/2041-2070/year/abs](https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenariotjansten/klimatscenariotjansten/met/gotlands_lan/medeltemperatur/rcp85/2041-2070/year/abs) [2025-05-31]
- SMHI (2025 d). Klimatscenariotjänsten. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenariotjansten/klimatscenariotjansten/oce/westerngotlandbasin/temperature/rcp45/2041-2070/year/reference> [2025-05-31]
- Sportfiskarna (2001). Klimatförändringar påverkar havsöringen på Gotland. <https://www.sportfiskarna.se/Om-oss/Aktuellt/ArticleID/11183/Klimat%C3%B6r%C3%A4ndringar-p%C3%A5verkar-havs%C3%B6ringen-p%C3%A5-Gotland> [2025-04-04]
- Stockholms marina forskningscentrum (2005). Växter & djur i Östersjön – en fälthandbok. 4, Stockholms universitets Östersjöcentrum.
- Suàrez, J., Bautista, J.M., Almodóvar, A. & Machordom, A. (2001). Evolution of the mitochondrial control region in Palaeartic brown trout (*Salmo trutta*) populations: the biogeographical role of the Iberian Peninsula. *Heredity*, 87(2), pp.198–206. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2540.2001.00905.x>
- Svenskt elfiskeregister – SERS. u.å. Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser. <http://www.slu.se/elfiskeregistret> [2025-04-22]
- Thorpe, J.E. (1988). Salmon migration. *Science Progress*, Oxford 72: 345–370. [2025-04-02]
- Vallin, L. (2023). Plupp – Planering och uppföljning Efter 10 år av fiskevårdsåtgärder på Gotland. Sportfiskarna och LOVA. [2025-04-02]
- VISS (u.å. a). Gothemån-Dalhem. Vatteninformationssystem Sverige. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA95602537> [2025-04-22]
- VISS (u.å. b). Arån. Vatteninformationssystem Sverige. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA73840543> [2025-04-22]
- VISS (u.å. c). Lummelundaån. Vatteninformationssystem Sverige. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA96955340> [2025-04-22]
- VISS (u.å. d). Ireån. Vatteninformationssystem Sverige. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA61351078> [2025-04-22]